

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra ekologie**



**Efektivita managementových opatření při omezování vlivu  
nepůvodních invazních rostlin na březích vodních toků**

The effectiveness of management measures in reducing the impact of invasive alien  
plants on the banks of watercourses

**Bakalářská práce**

Autor práce: Kateřina Vodenková

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Filip Harabiš, PhD.

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Vodenková

Aplikovaná ekologie

Název práce

**Efektivita managementových opatření při omezování vlivu nepůvodních invazních rostlin na březích vodních toků**

Název anglicky

**The effectiveness of management measures in reducing the impact of invasive alien plants on the banks of watercourses**

---

### Cíle práce

Eliminace důsledků působení nepůvodních druhů organismů se stává jedním z nejčastěji diskutovaných témat 21. století. Velmi zasažená / pozměněná jsou i společenstva rostliny podél vodních toků, kde se uplatňují nepůvodní druhy rostlin, které při větším zapojení (dominanci) mohou výrazně změnit druhové složení i celkový charakter příbřežní vegetace. Změny v podobě zastínění toku mohou mít vliv i na společenstva vodních i terestrických organismů. Cílem této práce je s pomocí literárních pramenů, případových studií vyhodnotit jednotlivá managementová opatření a jejich vliv na společenstva vázaná na příbřežní vegetaci

### Metodika

Cílem práce je s pomocí dostupných literárních pramenů (WOS) vypracování literární rešerše na dané téma. Součástí práce by měl být rovněž návrh metodiky pro budoucí diplomovou práci.

Harmonogram práce:

Březen až září 2018: příprava podkladů pro bakalářskou práci

září 2018 až duben 2019: vlastní zpracování bakalářské práce

**Doporučený rozsah práce**

30 stran + přílohy

**Klíčová slova**

invazní druhy, diverzita, management, vodní bezobratlí

---

**Doporučené zdroje informací**

Dolný A., Bárta D., Waldhauser M., Holuša O., Hanel L., et al. (2007). Vážky České republiky: Ekologie, ochrana a rozšíření. Český svaz ochránců přírody Vlašim, 672 s.

Magoba R. N. & Samways M. J. (2010). Recovery of benthic macroinvertebrate and adult dragonfly assemblages in response to large scale removal of riparian invasive alien trees. *Journal of Insect Conservation*, 14, 627–636.

Remsburg A. J., Olson A. C. & Samways M. J. (2008). Shade alone reduces adult dragonfly (Odonata: Libellulidae) abundance. *Journal of Insect Behavior*, 21, 460–468.

Samways M. J. & Sharratt N. J. (2010). Recovery of endemic dragonflies after removal of invasive alien trees. *Conservation Biology*, 24, 267–277.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 ZS – FŽP

**Vedoucí práce**

Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

**Konzultant**

Ing. Jana Hronková

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2019

**doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 2. 2019

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 16. 03. 2019

---

**Čestné prohlášení:**

Tímto prohlašuji, že jsem tuto práci na téma **Efektivita managementových opatření při omezování vlivu nepůvodních invazních rostlin na březích vodních toků** vypracovala zcela samostatně, a to pouze s použitím literárních pramenů, které náležitě cituji v seznamu použité literatury.

V Mnichovicích dne 29.6.2020

.....

Kateřina Vodenková

**Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat především vedoucímu své bakalářské práce Mgr. Filipu Harabišovi Ph.D. za jeho pomoc a odborné rady, a hlavně za jeho trpělivost a ochotu po celou dobu. Dále bych chtěla poděkovat rodině, která mě v každém mém kroku podporovala a kamarádkám, které mi vždy se vším pomohly a se kterými jsme si byly navzájem oporou celé 3 roky studia.

V Mnichovicích dne 29.6.2020

.....

Kateřina Vodenková

## **Abstrakt**

Téma invazních rostlin je v dnešním světě velmi aktuální, především díky obrovskému propojení světa, které se stále zrychluje. Je stále více potřeba a apel na ochraňování hodnot původní krajiny, kterou ale invazní rostliny značně narušují vytlačováním rostlin původních a tím i ostatních organismů. Invazní rostliny využívají různé strategie, které jim poskytují výhody v rychlejším množení, růstu apod. V České republice se v souvislosti s invazními rostlinami jedná hlavně o křídlatky, netýkavky a bolševníky, které jsou u nás nepůvodní a ovlivňují celé spektrum procesů v ekosystémech. Například křídlatky způsobují svými mohutnými rostlinami velký zástin a ovlivňují tak růst rostlin pod nimi, nebo zmenšují plochu vodní hladiny a ovlivňují vývoj některých bezobratlých živočichů.

Invazních druhů je obrovské množství a díky jejich odolnosti se vyskytují téměř na všech stanovištích. Bylo by velmi obsáhlé zabývat se jejich celým spektrem. V práci se tedy budu zabývat pouze některými invazními rostlinami, které se vyskytují v blízkosti vodních toků. Je za potřebí zjistit, jestli a jak invazní rostliny ovlivňují přibřežní vegetaci i bezobratlé živočichy – zejména vážky, jepice a chrostíky. Dále pokud mají vliv na okolní prostředí, tak jaká je možnost jejich odstraňování a zda má tento management smysl, nebo zda nikoliv. Pomocí rešerše odborných článků na toto téma bylo zjištěno, že invazní rostliny opravdu prokazatelně negativně ovlivňují své okolí a je potřeba přistoupit k managementovým opatřením, které vedou k obnově celého přibřežního ekosystému.

**Klíčová slova:** invazní druhy, diverzita, management, vodní bezobratlí

## **Abstract**

The topic of invasive plants is a highly studied aspect in today's world, mainly due to the ever-growing interconnection in the world. There is an increasing need and appeal for the protection of values of the original landscape. That is significantly disrupted by the invasive plants which are displacing the original plants and thus other organisms as well. Invasive plants use various strategies that provide them with advantages of faster reproduction, growth etc. In the Czech Republic, concerning the invasive plants, it is mainly dealt with Reynoutria/Fallopia, Impatiens and Heracleum, which are non-native plants and are affecting a whole spectrum of ecosystem processes in the environment. For example, Fallopia causes large shadows with their massive plants which profoundly affects the growth of the plants below them, or reducing the area of the water surface, thus affecting the development of some invertebrates.

There is a vast number of invasive species, and due to their resistance, they occur in almost all habitats. Due to a large number of these species, I chose to study only species occurring near watercourses. It is essential to discover if and how the invasive plants affect coastal vegetation and invertebrates – specifically the Odonata, Ephemeroptera and Trichoptera. Furthermore, the severity of their impact on the environment is studied as well as the possibility of their elimination and whether this management is valid. Through the research of scientific articles concerning this topic, it was indeed found that the invasive plants have a demonstrably negative impact on their surroundings, and it is necessary to take management measures that lead to the restoration of the entire coastal ecosystem.

**Key words:** invasive species, diversity, management, water invertebrates

## Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2. CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>9</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>9</b>
3.1 CO JSOU TO INVAZNÍ ROSTLINY? .....	9
3.2 VLIV INVAZNÍCH ROSTLIN .....	10
3.3 ZPŮSOB ROZŠÍŘOVÁNÍ VYBRANÝCH INVAZNÍCH ROSTLIN .....	12
3.4 VLIV NA VYBRANÉ SLADKOVODNÍ ORGANISMY .....	13
3.4.1 <i>Vážky (Odonata)</i> .....	13
3.4.2 <i>Jepice (Ephemeroptera)</i> .....	15
3.4.3 <i>Chrostíci (Trichoptera)</i> .....	16
3.5 METODY LIKVIDACE INVAZNÍCH ROSTLIN .....	17
3.5.1 <i>Bolševníky (Heracleum sp.)</i> .....	18
3.5.2 <i>Křídlatky (Reynoutria sp., Fallopia sp.)</i> .....	19
3.5.3 <i>Netýkavky (Impatiens sp.)</i> .....	20
3.6 LEGISLATIVA SPOJENÁ S INVAZNÍMI ROSTLINAMI .....	21
3.7 WORKING FOR WATER PROGRAM .....	22
3.8 OBNOVA PŘIROZENÝCH STANOVÍŠŤ .....	24
<b>4. METODIKA</b> .....	<b>26</b>
<b>5. VÝSLEDKY</b> .....	<b>27</b>
<b>6. DISKUZE</b> .....	<b>29</b>
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>30</b>
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>31</b>



# 1. Úvod

Invazní druhy způsobují různé problémy téměř po celém světě. V současné době ale i v minulosti jim nahrával zejména stále více se propojující svět. Dříve to byly pouze lodě, v dnešní době to je už mnohem více možností, jak se nejrůznější druhy mohou dostat a rozšířit se na jiném, nepůvodním území. Invazní druhy se snadněji dostávají do míst, které pro ně nejsou původní, překonávají hranice mnohdy i kontinentů a tím opouští jejich přirozená stanoviště (Marinšek A. & Kutnar L., 2017). Živočiškové i rostliny, které jsou v daném ekosystému nepůvodní, ovlivňují široké spektrum věcí a procesů v nich a věnovat se všem najednou, by bylo značně obsáhlé.

Samozřejmě nepůvodních druhů bylo přeneseno do jiného území obrovské množství, ne všechny ale můžeme označit za druhy invazní – vždyť nepůvodním druhem na našem území jsou i brambory nebo kukuřice, které byly do Evropy zavlečeny úmyslně, za účelem obživy. Invaze rostlinná se především vyznačuje vytlačováním původního druhu, druhem nepůvodním, který bývá agresivnější, nebo se rychleji umí přizpůsobit daným podmínkám a jeho růst je rychlejší. Invazi živočišného druhu můžeme demonstrovat asi na světově nejznámějším příkladu králíků v Austrálii, kteří byli přivlečeni z Evropy a v Austrálii způsobovali obrovské problémy enormním spásáním vegetace.

V této bakalářské práci bych se ale chtěla věnovat pouze invazním rostlinám, a to hlavně na našem území. Zejména invazním rostlinám v okolí vodních toků a jejich vlivu nejen na okolní vegetaci s původními rostlinami, ale i vlivu na některé organismy vyskytující se v blízkosti těchto vodních toků, kde je příbřežní vegetace napadena nepůvodními invazními rostlinami.

Vegetace na březích vodních toků je velmi důležitá pro fungování ekosystémů, a tak jejím zničením může docházet k jeho úplnému zániknutí nebo velkému poškození. Důsledky invaze příbřežní vegetace nemusí být vždy stejné – záleží na mnoha faktorech, a také na tom, jak se k těmto invazím staví člověk. V práci bych se tedy chtěla pokusit hlavně zhodnotit managementové opatření, které pomáhají zlepšit stav napadených ekosystémů.

## 2. Cíle práce

Cílem této práce je zjistit, jak mohou invazní rostliny ovlivnit původní vegetaci kolem vodních toků a také některé vodní a terestrické organismy. Dále jak a jestli je možné s invazními rostlinami bojovat při čerpání ze znalostí o těchto rostlinách, zda lze invazím předcházet pomocí různých managementových opatření a jak jsou tato opatření efektivní.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Co jsou to invazní rostliny?

Jedna z mnoha definic zní, že za invazivní nepůvodní druh se považuje druh, jehož introdukce nebo šíření ohrožuje biologickou diverzitu. Za invazní druhy rostlin tedy považujeme ty, které se rozšířily do nové geografické oblasti přes moře nebo nějakou jinou významnou geografickou bariéru mimo oblast svého původního výskytu přirozenou cestou nebo vlivem člověka – ať už úmyslně (např. k účelům okrasným, jako například křídlatky či netýkavka žláznatá), či neúmyslně (například spolu s jiným rostlinným nebo živočišným druhem) (Richardson D. et al., 2000).

K šíření invazních druhů značně přispívá stále vzrůstající lidská mobilita, a také stoupající dostupnost většího množství druhů (Černý Z. et al., 1998). Ve většině případů zavlečení nepůvodní rostliny do nové oblasti jde například o požadavek nové zemědělské plodiny nebo o okrasné rostliny. Možnost, že jde o zavlečení invazního druhu je bohužel málokdy brána v potaz, a tak by se měl klást větší důraz na předvídaní těchto důsledků a omezování bezhlavého šíření nepůvodních druhů.

Tyto druhy jsou celosvětově považovány za významné činitele ekologických změn, jejichž důsledky mohou mít vliv na přirozeně se vyskytující rostliny ale i živočichy, a také pro fungování jejich společenstev (Pyšek P. & Richardson D.M., 2010). Nemalé škody mohou způsobovat také v ekonomické sféře. V této souvislosti se jedná spíše o živočišné druhy, které škodí zemědělcům. Z nichž obecně nejznámější je v České republice mandelinka bramborová. Existují ale také druhy invazních rostlin, které nemusí nutně znamenat problém nebo mohou být dokonce přínosné a v současné době jsou do přírody běžně vysazovány – příkladem jsou v České republice douglasky a duby červené (Mlíkovský J. & Stýblo P., 2006).

Invazní druhy se především vyznačují obrovskou vitalitou. Ta jim umožňuje uchytit se i na nepříznivých stanovištích, narušených člověkem, kde původní druhy mají problém růst. Může jít o zpevňování břehů podél vodních toků, u kterého dochází k odstraňování nebo redukci původní vegetace a rychle rostoucí invazní druh se dostává na scénu a snadno tak vytlačí druhy původní. Značnou výhodou pro invazní rostliny tvoří také fakt, že mají mnohdy větší množství semen a dokáží se rychleji množit. Svou agresivitou tedy mohou úplně změnit původní druhou skladbu – ať už živočišnou nebo rostlinnou (Černý Z. et al., 1998).

### 3.2 Vliv invazních rostlin

Invazní rostliny mají vliv na celou řadu faktorů od změn půdních vlastností až po vliv na bezobratlé živočichy, kteří jsou částí nebo celým životním cyklem vázáni na příbřežní vegetaci. Nemusí ovlivňovat jen jedince, ale také celé ekosystémy a ekosystémové služby (Pyšek P. & Richardson D.M., 2010). Touto problematikou se zabývá mnoho studií, které zkoumají, jaký vliv na ekosystémové služby má rozmanitost druhů rostlin v příbřežních ekosystémech (Gerber et al., 2008).

Na tuto problematiku se zaměřuje mnoho studií po celém světě. Zkoumány jsou různé druhy invazních rostlin, ale princip toho, jaký vliv na celý ekosystém mají invazní rostliny, zůstává víceméně stejný. Při invazi nepůvodními rostlinami výrazně klesá diverzita původních druhů a heterogenita ekosystémů (Akátov V. et al., 2012). Je dále prokázáno, že po odstranění invazních rostlin se ekosystém dokáže regenerovat a vrátit do původního stavu, co se týče rozmanitosti společenstev druhů rostlin i živočichů, ale je za potřebí managementových opatření a další postup.

V konkrétní studii byli zkoumány nejčastěji býložravci, predátoři – především pavoukovci, a detritofágové. Výrazný pokles početnosti všech zmíněných skupin živočichů byl pozorován především na stanovištích s vegetací, která byla napadena invazivním druhem rostliny oproti stanovištím s původní rozmanitou vegetací (Gerber et al., 2008).

Vliv různých druhů invazních rostlin byl zkoumán v rámci studie z Jihoafrické republiky, která se zabývala vlivem na členovce (*Coleoptera*, *Hemiptera*, *Diptera* nebo *Araneae*) na třech různých stanovištích – nedotčené lokality (tedy lokality s původní vegetací), lokality s invazními rostlinami a lokality, kde již proběhlo odstranění invazního porostu a původní vegetace se znovu obnovuje. Početnost

jednotlivých druhů členovců, ale i původních rostlin byla samozřejmě největší v lokalitách s původní vegetací, zatímco nejnižší početnost byla zjištěna v lokalitách s invazními rostlinami. V obnovených porostech bylo druhů také méně, ale byl zaznamenán pozvolný růst alfa-diverzity a návrat téměř k původnímu stavu. Každý taxon ovšem potřebuje pro regeneraci různě dlouhou dobu, což znamená, že signifikantní rozdíl v abundanci je zřejmý až po delším pozorování. Pro některé druhy členovců se ale vyskytly výjimky, kterými jsou například mravenci, jejichž početnost v obnovených porostech byla téměř stejná jako na silně napadených lokalitách. Pro studii byly důležité zejména pro lokality unikátní druhy, které byly cílem monitoringu, jelikož jejich zachování je pro chod ekosystému klíčové – *Hemiptera* a *Coleoptera*. V rámci studie bylo mimo jiné zjištěno, že odstranění invazních rostlin prospívá většině taxonomických skupin a důležité pro zachování celkové rozmanitosti je výskyt nedotčených lokalit v blízkosti těch napadených, ze kterých se následně mohou původní rostliny rozšiřovat do obnovovaných stanovišť (Maoela A. M. et al., 2016).

Další studie, kterou můžeme zmínit je opět z jižní Afriky, která ale zkoumala vliv invazních rostlin na různé skupiny bezobratlých živočichů – *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera* a *Odonata*, které jsou označovány za nejcitlivější organismy ke změně přibřežní vegetace. Jako v předchozí již zmíněné studii bylo zjištěno, že největší druhová diverzita a také abundance je ve všech případech největší ve vegetaci přirozené pro tamní ekosystémy. Náhrada původních rostlin za rostliny invazní způsobuje změnu složení druhů vodních bezobratlých. Klíčová je především dostupnost mikroorganismů = potravy pro bezobratlé, která je důležitá pro jejich různorodost. Lokality s přirozenými a různorodými makrofyty poskytují bezobratlým vhodné ovipoziční podmínky a pro dospělé vážky vytváří vhodná místa pro kladení vajec. Homogenizace vodních biotopů i přidružených komunit živočichů tedy znamená obrovský problém pro celý ekosystém, pro který je klíčová právě heterogenita (Magoba N.R. et al., 2010).

Příklad se dá demonstrovat také na rodu křídlatka, který je velkým problémem nejen na vodních tocích ale i jiných stanovištích v České republice (*Fallopia sp.*, *Reynoutria sp.*). Křídlatka dokáže mnohem rychleji osídlit člověkem narušená stanoviště a původní druhy rostlin jí nedokáží v dostatečné míře konkurovat (Gerber et al., 2008). Poté co osídlí narušené stanoviště, narůstá křídlatka do souvislých

porostů, až několik metrů vysokých, které vytváří obrovské zastínění břehů vodních toků a tím nevhodné prostředí pro drobné živočichy (Mlíkovský J. & Sýblo P., 2006). Tyto vegetační stěny způsobují nepropustnost slunečního záření a tím snižování teploty tekoucích vod, nezbytnou pro vývoj imag například některých druhů vážek.

### 3.3 Způsob rozšiřování vybraných invazních rostlin

Hlavní výhodou invazních rostlin bývá právě to, že se lépe, a hlavně rychleji, rozšiřují v narušených lokalitách, než rostliny původní. U různých druhů se způsoby rozšiřování velmi odlišují a nelze tedy zobecnit to, jaké opatření by měly být zavedeny proti jejich šíření.

Křídlatka se rozšiřuje převážně vegetativně. To znamená, že nově vzrostlé rostliny vznikají z nějaké části mateřské rostliny, u křídlatky pomocí oddenků. Tímto způsobem rostlina dokáže obsadit obrovský prostor za velmi krátkou dobu. Navíc oddenky dokáží přežít v hloubce až 1 metr, takže je velmi obtížné se jí úplně zbavit a v této hloubce přežívá i větší mrazy (Pyšek P. et al., 2002). Křídlatka se dokáže rozmnožovat i generativně pomocí semen, ale ty v našich podmínkách hůře klíčí, a tak jí stačí rozmnožování vegetativní.

Významnou invazní rostlinou vyskytující se v České republice od druhé poloviny 19. století, je bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*). Vliv bolševníku je velmi podobný jako u křídlatky. Rozrůstá se do hustých, vysokých porostů, které vytvářejí velké zastínění a tím znemožňují růst původním rostlinám, které jsou často citlivější. Nejlépe se bolševníku daří právě podél vodních toků nebo podél cest (Perglová I. et al., 2007).

Bolševník se rozmnožuje generativně, tzn. pomocí semen, které se šíří vodou, větrem nebo na srsti zvířat. Výhodou bolševníku je schopnost nechat své blizny opylovat pylem z jiné rostliny, popřípadě pokud jiný pyl není dostupný, opylovat je samosprašně. Konkurenční schopnost je podpořena tím, že semena bolševníku klíčí již brzy na jaře, což je dříve než většina rostlin a následný růst rostliny je velmi rychlý. K mortalitě mladých rostlinek nedochází, protože bolševník velkolepý je toxický a pro zvířata nepoživatelný. Šťávy totiž obsahují fototoxické furanokumariny, které mohou na slunci po styku s pokožkou vytvářet nepříjemné puchýře (Pergl J. et al., 2008).

Dalším druhem, na kterém lze poukázat na nebezpečnost invazních rostlin je netýkavka žlaznatá (*Impatiens glandulifera*). Netýkavka nevytláče svým růstem původní rostliny, ale dost výrazně omezuje jejich růst. Je díky svým atraktivním květům a schopností růst v zapojeném porostu výše než ostatní rostliny, velkým lákadlem pro opylovače. Ti přednostně opylují barevné květy netýkavky a tím sice nedochází ke změně druhové skladby, ale k výrazné dominanci netýkavky v příbřežních porostech.

Rozmnožování netýkavky je odlišné od křídlatek. Netýkavky se rozmnožují generativně, pomocí semen, které jsou uloženy v tobolkách. Semena se z uvolňují při dotyku např. zvěře. Dochází k narušení tobolky a vystřelení semene až několik metrů daleko. To dává netýkavce značnou výhodu oproti původním rostlinám (Pyšek P. et Prach K., 1995).

### **3.4 Vliv na vybrané sladkovodní organismy**

Příbřežní ekosystémy jsou nejrozmanitějšími, ale v současné době také nejohroženějšími ekosystémy na Zemi (Allan J. D. et Flecker A. S., 1993). Jsou to totiž ekosystémy nejvíce ohroženy invazí nepůvodními druhy rostlin a je tedy velmi důležité tuto rozmanitost zachovávat. Sladkovodní ekosystémy totiž zauímají asi 0,8% povrchu Země, ale podporují výskyt přibližně 6 % všech doposud popsáných druhů (Modiba R. V. et al., 2017).

#### **3.4.1 Vážky (*Odonata*)**

Jedním z klíčových druhů, který je nejvíce dotčen invazními rostlinami v okolí vodních toků je řád *Odonata*. Vážky jsou velmi citlivé na změny v ekosystému a velmi rychle reagují na změny fyzikálních podmínek, a proto přítomnost širokého spektra původních druhů vážek je známkou zdravého a fungujícího ekosystému – tedy odrazují celkový stav ekosystému (Nagy B. H. et al., 2019). Co se týče distribuce druhů, jsou důležité zdrojové populace, pro které jsou klíčové abiotické (teplota vody a chemismus) a biotické (množství potravinových zdrojů) faktory. Kombinace těchto faktorů ovlivňuje přežití, růst a plodnost jedinců (Cordoba-Aguilar A., 2008). Také z tohoto důvodu se většina studií zaměřuje na vážky, které jsou ideálními kandidáty pro vyhodnocování kvality vodních a terestrických ekosystémů obnovených nebo

obnovujících se po odstranění invazních rostlin. K tomuto účelu se používá takzvaný Dragonfly biotic index (DBI), který hodnotí úspěšnost managementu obnovování napadených ekosystémů pomocí odrazu distribuce, ohrožení i citlivosti na změny habitatů jednotlivých druhů vzhledem k podmínkám prostředí (Modiba R. V. et al., 2017). Tento index je založen na třech dalších dílčích indexech.

Těmi jsou: 1) velikost geografického rozsahu druhu, poté 2) rizika vyhynutí druhu a nakonec 3) jeho citlivost na změnu stanoviště (Cordoba-Aguilar A., 2008).

Vážky jsou po celý svůj život vázané na vodní prostředí, přímo ve vodě se ale vyvíjí pouze sezónně v podobě larev. V larválním stádiu tráví většinou nejdelší část života, a tak je toto stádium nejkritičtější z celého životního cyklu. Dospělci se po překonání larválního stádia přesouvají do terestrických ekosystémů a zůstávají tedy v blízkosti vod celý životní cyklus. Larvy i dospělci vážek jsou dravé. Larvy se živí drobnými mikroorganismy ve vodě a dospělci jsou schopni ulovit v podstatě všechny létající hmyz. Některé invazní rostliny ale mohou v důsledku velkého zastínění nebo přílišné homogenizace porostu zapříčinit nedostatek létajícího hmyzu a tím nedostatek potravy pro dospělé vážky, který pak samozřejmě může vést k uhynutí jedinců nebo přesunutí na jinou, vhodnější, lokalitu (New T. R., 2016).

Jednou z věcí, kterou vážky potřebují ke svému životnímu cyklu je rozmanitost rostlin kolem vodních toků, tedy kombinace nižšího a vyššího porostu. V souvislosti s larválními stádii může zmenšení rozmanitosti ponořené a vodní vegetace silně zvyšovat riziko predace larev a tím jejich vyšší úmrtnost a v konečném důsledku menší početnost dospělých vážek (Cordoba-Aguilar A., 2008). Širší spektrum mikrohabitatů ovlivňuje i to, jak jsou vážky (larvy i dospělci) vystavovány světlu a stínu. Invazní rostliny ve vegetaci podél vodních toků mohou měnit svým zastíněním teplotní režim, a tak snižovat teplotu vody, která vážkám neprospívá. Teplota vody má vliv mimo jiné i na složení jednotlivých druhů vážek a teplota vody a okolního prostředí je klíčová i pro vývoj larev. Na bohatost jednotlivých druhů má vliv i šířka vodních toků. Invazní rostliny zmenšují svou velikostí i šířku koryta, tedy i početnost jedinců jednotlivých druhů (Bried J.T. et al., 2015). Větší plocha volné vodní hladiny totiž pro vážky znamená nejen větší spektrum samců a samic ale i více místa pro ovipozici a více potenciální kořisti – všechny tyto faktory zvyšují vážkám šanci na přežití (Nagy B. H. et al., 2019).

### 3.4.2 Jepice (*Ephemeroptera*)

Řád *Ephemeroptera* je známý hlavně díky pojmu „jepičí život“. Tento pojem vznikl především proto, že jepice mají velmi krátký život – žijí pouze jeden až tři dny. To ovšem platí pouze pro život dospělců tohoto řádu, ne pro nymfy. Než se z nymfy vyvine dospělý jedinec, mohou se nymfy jepic vyvíjet ve vodě až několik let (Macek J., 2001). Tento řád je také často považován za indikátor čistoty vodních toků.

Larvy jepic během svého vývoje žijí pouze ve vodě. Kolonizují dno a pevný substrát. Upřednostňují dobře okysličené vody, jejichž dno je bohaté na organickou hmotu (M. Szymańska, et al., 2020). Larvy se zde živí například řasami, okusem ponořených částí makrofyt nebo živočišnými zbytky – detritem. Pokud se v okolí vodního toku, kde se vyvíjí larvy jepic, vyskytuje porost, kde dominují invazní rostliny a potlačují tím diverzitu rostlin ostatních, znamená to tedy výrazný úbytek potravy pro jepičí larvy. Snižuje se tak počet rostlinných druhů, které larvy mohou konzumovat. Například porost, kde dominují invazní netýkavky, není hostitelem velké rozmanitosti hmyzu. Listy netýkavky se živí pouze pár druhů, jako jsou například některé ploštice nebo specifické druhy mšic. Nesnižuje se pouze počet druhů, ale problémem je i snížení diverzity rostlinných pater v porostu podél vodního toku a tím rostlin, které se vyskytují v těsné blízkosti hladiny a jsou potenciální potravou pro larvy (Magoba N.R. et al., 2010). Jak již bylo zmíněno, některé invazní rostliny mnohdy vytváří obrovský zástin vodního toku a tento zástin způsobuje úbytek například vodních řas rostoucích ve vodním korytu. To opět znamená významný úbytek potravy pro larvy jepic a vytvoření nevhodných podmínek pro život (Lowe S.R. et al., 2008).

U dospělých jepic je tomu jinak. Poté co se z nymfy vyvine dospělec, vylétá nad vodní hladinu a je jeho posláním v podstatě jen rozmnožit se. Jepice, podobně jako mnoho dalších druhů hmyzu, mají pouze omezený čas na rozmnožení a tím umožnění přežití populace (M. Szymańska, et al., 2020). Proto dospělci jepic nepřijímají potravu a žijí nejčastěji maximálně několik dní. Na hladinách vodních toků vytváří obrovské roje. V těchto rojích za letu kopulují a následně, opět v letu, kladou vajíčka na vodní hladinu nebo přímo pod ní. K tomu ovšem potřebují volné a rozlehlé otevřené plochy hladiny, které jim ale invazní rostliny výrazně zmenšují. Invazní vegetace může způsobovat velikostí rostlin zmenšení volné hladiny, kde by mohli jepice létat a tím vytvořit nevhodné podmínky k jejich rozmnožení a naklazení vajíček (Zahradník J., 1973).



### 3.4.3 Chrostíci (*Trichoptera*)

Stejně jako obě již zmíněné skupiny bezobratlých (*Odonata* a *Ephemeroptera*), i chrostíci mohou sloužit jako indikátory čistých vodních toků. Chrostíci se vyznačují především svými vodními larvami, které si vytváří schránky z různorodých materiálů. Tyto materiály mohou být pro každý podřád jiné. Mohou to být například drobná zrnka písku, jehličí nebo schránky jiných živočichů (Macek J., 2001).

I vliv invazních rostlin na chrostíky je opět velmi podobný jako na vážky a jepice. Larvy se živí různorodým biologickým materiálem a dospělci mají opět redukované ústní ústrojí a potravu vůbec nepřijímají. Když se larvy vyvíjí v dospělce a přechází do terestrického prostředí, pomáhají jim k přechodu na břeh rostliny v nejspodnějším patru vegetace, po kterých vylézají z vody. To porost s invazními rostlinami, které redukují tyto spodní rostlinná patra, neumožňuje. Porost s invazními rostlinami bývá velmi vysoký, tedy mnohem větší než původní keřovitá vegetace a na hladinu mnohdy vůbec nedosahuje (Zahradník J., 1973).

Snůšky vajíček jsou samicemi kladená nejčastěji za soumraku buď přímo do vody, nebo na rostliny vyčnívající z vody. Tyto rostliny jsou ale invazními rostlinami také často redukovány, a tak pro některé podřady chrostíků zaniká místo, kam by mohly vajíčka klást.

### 3.5 Metody likvidace invazních rostlin

Dříve než-li se začne s likvidací invazních rostlin, je třeba si uvědomit, že tento proces není jednorázový a vyžaduje dlouhodobou pozornost. Mezi druhy odstraňování invazních rostlin můžeme zařadit mechanické a chemické metody. Nejčastěji se ale využívá kombinace těchto metod. Likvidace je díky kombinací metod efektivnější. Za mechanické metody se považuje například sečení, vyrývání nebo vytrhávání. Chemické metody představuje aplikace herbicidů jako je postřik, nátěr listů nebo méně častá injekce stonků.

Při odstraňování invazních rostlin je velice důležité zhodnotit míru toho, jak moc byl ekosystém poškozen (Hejda M. et al., 2009). Bavíme-li se o invazní nepůvodní vegetaci kolem vodního toku, musíme zjistit, zda rostliny nezapříčinily například zvýšené usazování sedimentů. Pokud ano, je potřeba nejdříve tyto sedimenty odstranit a až poté odstraňovat invazní vegetaci (Richardson M.D. et al., 2007). Je tedy potřeba, aby se management nezaměřoval pouze na samotnou likvidaci, ale i na celkové souvislosti a je potřeba hlavně mít znalosti této problematiky různých biogeografických měřítkách.

Existují ovšem případy, kdy odstranění invazních nepůvodních rostlin může být i zbytečné. Jsou to například městské zástavby a lidská sídla, kde mají invazní rostliny výhodu v tom, že jsou odolnější než rostliny původní a dokáží se vyrovnat se stresy z okolí a jsou těmito podmínkám už přizpůsobeny (Richardson M.D. et al., 2007).

Klíčové pro výběr vhodné metody likvidace invazních rostlin je také omezení vlivu na okolí a životní prostředí. Hlavním faktorem jsou pochopitelně omezení spojená s použitím chemických přípravků. Ty je zakázáno používat v celé řadě lokalit. Omezení se vztahuje zejména na pásma hygienické ochrany (PHO), ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů (OPPLZ), některé zóny CHKO, dále významné krajinné prvky (VKP), Evropsky významné lokality (EVL) a Ptačí oblasti (Pergl J. et al., 2016).

Dalším důležitých faktorem je, zda cílem managementu je pouze omezení dalšího šíření rostliny, nebo její úplná likvidace. Pokud se budeme zaměřovat na úplné odstranění invazních rostlin, je kromě likvidace vzrostlých jedinců potřeba zabránit šíření semen a dalšího rostlinného materiálu. Jestliže nám stačí pouze usměrnění

porostu, tedy udržení současného stavu, lze toho docílit pravidelnou péčí o porost. V obou případech je ale důležité zamezit dalšímu šíření rostliny.

### **3.5.1 Bolševníky (*Heracleum sp.*)**

Bolševník je víceletá rostlina, která rychle regeneruje a rozmnožuje se pomocí obrovského množství semen. Semena bolševníku mohou přežívat pod zemí velmi dlouhou dobu. Proto je u bolševníku zvláště důležité věnovat se likvidaci několikrát ročně (Perglová I. et al., 2007). Odstraňování může probíhat vykopáváním – tak se odstraňují spíše menší porosty, protože tento způsob je velmi náročný. Výhodou vykopávání ale je, že se nepoužívají chemické přípravky, a tak nedochází k rozšiřování chemického postřiku na okolní porost.

Dalším způsobem je sečení kvetoucích okolíků, které znemožňuje dozrání semen a jejich další šíření. Z mechanických metod je možné zařadit i pastvu a přesto, že bolševník obsahuje toxiny lze docílit toho, že si zvířata na chuť bolševníku zvyknou a pravidelně porosty spásají (Mládek J. et al., 2006). Touto metodou ovšem nelze zajistit úplnou likvidaci rostlin bolševníku. Dále je možná chemická likvidace za použití herbicidů.

### 3.5.2 Křídlatky (*Reynoutria sp.*, *Fallopia sp.*)

Rostliny křídlatky mají velmi rozsáhlý kořenový systém, takže je u likvidace opět důležité opakovat proces po několik let. U křídlatky je důležité zachytit její počáteční stav, poté už je totiž téměř nemožná úplná likvidace. Naopak její obrovskou výhodou je to, že není pro člověka toxická a práce s ní je tedy snadnější. Zatímco například vykopávání není úplně vhodné z hlediska velké fyzické ale i časové náročnosti, protože kořeny křídlatky mohou zasahovat až do hloubky 2 metry (vykopávání je možné pouze v úplném začátku růstu rostliny), sečením se dá porost jednoduše redukovat. Musí se ale provádět dlouhodobě a opakovat několikrát za rok.

U křídlatky je dále možná pastva, kterou ale opět nedochází k úplné likvidaci porostu, jen k jeho regulaci. Chemické metody lze použít buď během vegetační sezóny nebo na konci. Aplikují se herbicidy, které se využívají například k injektáži stonků. Tato metoda má ale svá pro i proti. Výhodou injektáže stonků je šetrnost k okolní vegetaci, půdě, vodě i živočichům. Naopak nevýhodou je, že je to metoda časově náročná a je velmi nepraktické jí použít k likvidaci rozlehlých porostů. Volba metody tedy závisí i na velikosti redukovaného porostu (Pergl J. et al., 2016).

V roce 2007 proběhlo odstraňování křídlatek podél celého toku řeky Morávky. Odstraňovány byly 3 druhy rodu *Reynoutria* – *Reynoutria japonica*, *Reynoutria sachalinensis* a nejodolnější *Reynoutria bohemica*, která je křížencem *Reynoutria japonica* a *Reynoutria sachalinensis*. Byly vybrány dva typy stanovišť – ty, kde se křídlatka vyskytovala na osluněných místech, například kolem vodních toků nebo kolem cest a ty, kde křídlatka vytvářela souvislý podrost v lesních porostech. Nicméně v obou případech tvořila 100% pokryvnost. Z metod odstraňování byl zvolen postřik herbicidu na list, injektáž herbicidu do stonků, vykopávání rostlin i s oddenky, kosení nebo kombinace kosení a postřiku herbicidem. Jako nejúčinnější se ukázal postřik herbicidu na list, jelikož jak už bylo řečeno, vykopávání rostlin je velmi fyzicky i časově náročné, a také je zde riziko, že v zemi zůstanou pozůstatky kořenů, že kterých se křídlatka může snadno regenerovat. Ačkoli injektáž stonků herbicidem se může zdát jako účinná metoda, ukázalo se, že v dalších letech jí již použít nelze, z důvodu příliš tenkých stonků dorůstajících rostlin. Jako nejméně intenzivní metodou se ukázalo kosení a vykopávání. Úbytek rostlin ale nastal po aplikaci jakéhokoli herbicidu a rostliny byly zlikvidovány, nebo velmi oslabeny. Samozřejmě pro udržení nebo další zlepšení je nutné pokračovat v managementu i následující roky.

### 3.5.3 Netýkavky (*Impatiens sp.*)

Netýkavka je jednoletou rostlinou a rozmnožuje se výhradně pomocí semen. To jí dává možnost se vysemenit i ve velkých vzdálenostech, a tak je hlavním cílem managementu hlavně zabránění dozrání a následné šíření jejích semen (Čuda J. et al., 2014). Zároveň mají netýkavky poměrně mělký kořenový systém, a tak se rostliny netýkavky se nejčastěji likvidují vytrháváním, které je snazší než u křídlatek nebo bolševníků a provádí se v době před odkvětem. Při manipulaci s vytrhanými rostlinami je ale důležité dbát na to, aby z květenství semena nevypadala a nezpůsobila další vysemenění. Výhodou vytrhávání mělkých kořenů je hlavně to, že při něm nedochází k velkému narušení půdy.

Dále můžeme k její likvidaci využít sečení nebo chemické odstranění, které se příliš často nepoužívá, ale pokud se pro něj rozhodneme, nejlepší doba pro aplikaci je v době květu rostliny (Pergl J. et al., 2016). Chemické postřiky ovšem vždy představují riziko v podobě kontaminace okolního prostředí, i přes jejich regulace. Jelikož netýkavka se nejraději vyskytuje v okolí vodních toků, je riziko kontaminace o to větší, a tak se k chemickým metodám moc často nepřistupuje.

### 3.6 Legislativa spojená s invazními rostlinami

Problematikou nepůvodních a invazních druhů se zabývá především legislativa na úrovni Evropské unie. Jedná se především o Nařízení Evropského Parlamentu a Evropské Rady č. 1143/2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů. V něm jsou zakotveny např. základní pravidla vztahující se k nejvíce problematickým invazním druhům na území Evropské unie – stanovení seznamu invazních druhů, kritéria hodnocení rizik, povinnost sledování a další. Toto nařízení vstoupilo v účinnost 1.ledna 2015 (AOPK ČR, 2020). Management odstraňování invazních rostlin nebo invazní druhy obecně nejsou v současné době stěžejním tématem v žádné platné právní úpravě ČR. Hlavními dokumenty, které by se daly považovat za částečnou oporu při regulaci a kontrole invazních druhů, je v první řadě zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Není v něm, ale přímo ukotveno, nakládání s invazními rostlinami, případně živočichy.

Neméně důležitým může být zákon 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči a jeho vyhláška č. 215/2008 Sb., o opatřeních proti zavlékání a rozšiřování škodlivých organismů a rostlin a rostlinných produktů. Pouze v této vyhlášce je charakterizován pojem invazní druh. V příloze této vyhlášky jsou uvedeny invazní škodlivé organismy, které odléhají monitoringu a mimo jiné jsou zde uvedeny povolené přípravky i pravidla pro nakládání s nimi a jejich následná aplikace. O použití chemických přípravků rozhodují ale i jiné zákony a vyhlášky, podle toho, na kterém stanovišti je potřeba přípravek použít. Nakládání s herbicidy může tedy regulovat například zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon nebo vyhláška č. 327/2012 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin.

Dále by bylo možné zmínit zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, který definuje pojem ekologická újmu jako „ztráta nebo oslabení přirozených funkcí ekosystému, vznikající poškozením jejich složek nebo narušením vnitřních vazeb a procesů v důsledku lidské činnosti“. Do této definice můžeme tedy zahrnout i zavlečení nepůvodního invazního druhu do fungujícího ekosystému. Zákon o životním prostředí rovněž stanovuje i sankce za způsobení této ekologické újmy.

### 3.7 Working for Water program

V roce 1995 vznikl v Jihoafrické republice Working for Water programme, neboli program „Práce pro vodu“. Tento program vznikl na základě systému PES (Payment for ecosystems services), tedy plateb za ekosystémové služby. Systém PES se nezaměřuje pouze na zásobování vodou, ale třeba i na protipožární opatření nebo sekvestraci uhlíku. V programu Práce pro vodu jde ale především o problém se zásobováním a nedostatkem vody v Jihoafrické republice. Zásobování vodou totiž stále více komplikují rozšiřující se nepůvodní invazní rostliny kolem vodních toků (Hobbs R.J., 2004). Ochrana přírody v Jihoafrické republice má ale v rámci politiky nízkou prioritu ve vztahu k sociálním otázkám, protože nedostatek vody úzce souvisí s výskytem chudoby, hladu nebo nemocí. To může dříve či později způsobit závažné důsledky pro budoucí zdraví vodních i suchozemských ekosystémů, jelikož voda má potenciál být zastřešující službou pro další ekosystémové služby (Turpie J.K. et al, 2008).

Program Working for Water se zaměřuje právě na odstraňování nepůvodních invazních rostlin z povodí v horských oblastech a pobřežních zón vodních toků, které má pomoci zachovat, nebo navrátit zpět biologickou rozmanitost. Invazní rostliny totiž ovlivňují funkčnost travinných mokřadů, které fungují jako houby, protože do sebe vsáknou vodu a poté jí postupně uvolňují (McQueen C. et al., 2001). Kvůli invazní vegetaci a zmizení původních mokřadů se ale srážky v zemi nezachycují. Když jsou napadeny břehy vodních toků, dochází ke snížení průtoku, a tedy i odtoku. Na vině je především přetváření travinných společenstev na zalesněná území. Invazní rostliny mají také mnohem vyšší biomasu, a to zapříčiňuje rychlejší evapotranspiraci, tedy celkový výpar vody (Turpie J.K. et al, 2008).

Velmi důležité je to, že program Working for Water je financován jako pomoc při chudobě v Jihoafrické republice. Program napomáhá k vytváření nových pracovních míst a k posílení ekonomického postavení celé Jihoafrické republiky. Pracovní místa jsou tedy vytvářena především pro ty, kteří byli v minulosti nezaměstnaní (Turpie J.K. et al, 2008).

Program Working for Water je financován z povinných, ale i dobrovolných plateb za ekosystémové služby. Povinné poplatky zahrnují například poplatky

za hospodaření s vodními zdroji. Dobrovolných plateb je ale stále minimum (Turpie J.K. et al, 2008).

Na odstraňování nepůvodních invazních rostlin jsou používány buď metody mechanické, jako je řezání nebo vykopávání, metody chemické, anebo kombinace obou metod, což se projevuje jako nejefektivnější způsob. Ruční odstraňování je velmi nákladné, ale při pravidelných kontrolách po dobu pěti let a stále menších zásazích se náklady postupně snižují (Turpie J.K. et al, 2008).



### 3.8 Obnova přirozených stanovišť

Obnova přirozených stanovišť je pro ekosystémy klíčová. Po samotném odstranění invazních rostlin je velmi důležité, aby se dosáhlo stanovených cílů. Proto je pro obnovu přirozené vegetace na stanovištích, kde byly odstraněny invazní rostliny, důležitá pravidelná, a hlavně dlouhodobá kontrola (Marchante E. et al., 2015). Kontrolovat se musí hlavně to, zda se znovu neobjevují nežádoucí invazní rostliny, které by mohli opět poškodit fungování ekosystému.

Ačkoli je mnohdy důležité podpořit obnovení růstu přirozené vegetace v poškozených stanovištích, je důležité uvědomit si, že je potřeba pouze minimálních zásahů do narušených ekosystémů k dosažení cíle. Například vysazení původních rostlin po celé délce vodního toku by byl příliš velký zásah do obnovujícího se ekosystému, a navíc by tyto techniky byly velice nákladné. Aktivní zasahování do obnovy stanoviště spíše spočívá ve vysazení několika málo jedinců a kontrole, zda se znovu nevyskytují invazní druhy. Původní rostliny jsou ale mnohdy schopny se znovu obnovit bez lidského zásahu, a to ze zásob semen v půdě (Richardson D.M. et al., 2007).

Obnovení původní vegetace je velmi závislé na míře narušení a degradace určitého ekosystému. Pokud jsou již vyčerpána veškerá semena původních rostlin, která byla uložena v půdě, může to znamenat velký problém a příležitost k růstu pro další invazní plevel. Pokud nastane tento problém, je velmi důležité složení okolní vegetace, ze které se může původní porost na degradovaném stanovišti obnovit (Reid A.M. et al., 2009).

Před přistoupením k obnově degradovaného stanoviště je také důležité stanovit, zda se invazní rostliny vyskytly v důsledku toho, že je ekosystém degradovaný nebo jsou invazní nepůvodní rostliny příčinou degradace. Při invazi nepůvodními rostlinami v důsledku degradace ekosystému je totiž velmi nepravděpodobná jeho obnova a managementová opatření mohou rychle selhat (Reid A.M. et al., 2009).

Problematikou obnovy stanovišť po odstraňování nepůvodní invazní vegetace se zabývá mnoho studií po celém světě, přičemž největší problémy s invazními rostlinami má africký kontinent.

Krátkodobá studie z jižní Afriky byla vypracovaná po třech letech od odstranění invazních rostlin. Byla také ponechána stanoviště s invazními rostlinami, aby se mohla porovnávat početnost a druhová diverzita obnovených rostlinných druhů. Bylo zjištěno, že porost se významně obnovuje i bez aktivního zasahování a přibývá původních druhů. Začaly se ale ovšem objevovat i druhy invazní, a proto je důležitý dlouhodobý monitoring a průběžné minimální zásahy. Tato studie tedy poukazuje na to, že náklady na následnou péči o obnovované porosty by mělo být započítány již při prvním odstraňování invazních rostlin do celkového rozpočtu managementu (Fill J. M., 2018).

Jiná studie z roku 2017 opět z jižní Afriky srovnávala stav oproti roku 2011, kdy byly invazní rostliny odstraněny. Byly zkoumány dva typy stanovišť – aktivně obnovované a pasivně obnovované. Na aktivně obnovovaných místech bylo vysázeno několik původních druhů, které měly pomoci regeneraci porostu. Naopak v pasivně obnovovaných stanovištích byl porost ponechán přirozené obnově. Na obou stanovištích byl zjištěn nárůst diverzity původních druhů, ale bohužel také i těch invazních. Podle výsledků studie byl výskyt invazních rostlin zapříčiněn špatným odstraněním například zásob semen v půdě nebo zbytků kořenů. V mnohých případech jde také o špatný management a nedostatečnou kontrolu v průběhu obnovování porostu (Ruwanza S. et al., 2018).

Součástí mnoha studií je také navržení dalšího postupu pro regeneraci původních ekosystémů. Velmi zajímavý postup byl navržen v západním Kapsku. Odstraňování invazních rostlin takzvaným „ředěním“ porostu. Obnova porostu by se neprováděla odstraněním veškerých invazních rostlin najednou, ale prováděla by se postupně v několika fázích. V první fázi bylo navrženo odstranit pouze 40-50 % invazních jedinců. Důvodem je to, že ponechané invazní rostliny by měly zabránit růstu jiných invazních rostlin, které by se v porostu mohly objevit. Mezitím by se vedle invazních rostlin mohlo podařit zavádění nových porostů původní vegetace. V druhé fázi by bylo možné odstranit další část invazních rostlin a postupně takto dosáhnout plně obnoveného porostu již bez invazních rostlin (Ruwanza S. et al., 2013).

V Austrálii bylo například hodnoceno, jak kvalitně je o obnovách stanovišť ve člancích informováno. Bylo zjištěno, že pouze 18 z 95 článků informovalo o změnách v rostlinných komunitách po odstranění invazních nepůvodních rostlin. Přibližně polovina průzkumů zhodnotila, jak nativní rostlinné komunity reagovaly

a kontrolní management. Směs původních rostlin nahradila odstraněné invazní nepůvodní rostliny ve více než 50 %. To zdůrazňuje, že na mnoha lokalitách je potřeba více činností na podporu narušených ekosystémů. Z toho jednoznačně vyplývá, že hodnocení výzkumů má velmi omezené hodnocení výsledků a je za potřebí komplexnějšího hodnocení managementů pro odstraňování invazních rostlin a následnou obnovu narušených ekosystémů. Toto je klíčové zejména proto, že lepší hodnocení dokáže ukázat, zda je nutné podnikat další kroky ve prospěch obnovy ekosystémů.

## **4. Metodika**

Sběr a vyhodnocování dat probíhalo za pomoci vyhodnocování vědeckých studií na téma invazních rostlin. K vyhledávání jsem používala v první řadě internetovou databázi „Web of Science“, kde jsem pomocí kombinace různých klíčových slov nacházela odborné články. Studie na toto téma jsou zejména zahraniční (nejčastěji z Jihoafrické republiky) a bylo tedy nutností vytvořit propojení mezi nimi a Českou republikou. Bylo potřeba transformovat výsledky tak, aby byly použitelné i v našich podmínkách. Rozdíl mezi studiemi je hlavně v tom, že v ČR mluvíme hlavně o bylinách a v Africe jsou invazními rostlinami především dřeviny, princip invaze se ale nemění. Jednotlivé metody odstraňování invazních rostlin pak byly vyhodnocovány podle jejich účinnosti, udržitelnosti a šetrnosti k okolnímu prostředí.

## 5. Výsledky

Tato práce se zabývala efektivitou managementových opatření při omezování vlivu invazních rostlin na rostliny původní a společenstva, které se vyskytují v okolí vodních toků. V tabulce č.1 můžeme naléznout stručný přehled vlastností jednotlivých rodů zkoumaných invazních rostlin. Rozšiřování invazních rostlin se obvykle vyznačuje velkou rychlostí množení a strategiemi, které jsou výhodnější k tomuto rychlejšímu množení, než je tomu u rostlin původních. Například vystřelování semen z tobolek u Netýkavek do velkých vzdáleností nebo ukládání semen do půdních semenných bank u Bolševníků. Pro úspěšnou likvidaci invazní rostliny je klíčové znát její vlastnosti a předejít tak riziku, že by se rostlina po odstranění znovu objevila.

ROD	ŠÍŘENÍ	STANOVIŠTĚ	PŮVOD VÝSKYTU	ŠKODLIVOST
KŘÍDLATKY	převážně vegetativně pomocí oddenků	vlhké prostředí, toleruje zastínění i vysoké teploty	severovýchod Asie	vytváří husté monokultury
BOLŠEVNÍKY	generativně pomocí semen	narušované plochy s dostatečným obsahem dusíkatých živin	oblast západního Kavkazu	Furanokumariny v celé rostlině
NETÝKAVKY	generativně pomocí semen	plochy s vlhkou a výživnou půdou	tropické a subtropické oblasti Asie a Afriky	alopatické látky v listech a kořenech některých druhů

Tabulka č. 1 - vlastnosti vybraných rodů invazních rostlin

Tabulka č.2 ukazuje stručné zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých metod, které se využívají k likvidaci invazních rostlin. Výzkumem bylo zjištěno, že aby metody byly účinné, musí se provádět alespoň několikrát ročně a k dosažení kladných, a hlavně trvalejších výsledků je potřeba jednotlivé metody mezi sebou kombinovat. Likvidace se musí provádět ve vhodném vegetačním období rostliny, aby nedocházelo například k rozšíření semen a až poté k likvidaci rostliny.

METODA		VÝHODY	NEVÝHODY
METODY MECHANICKÉ	SEČENÍ	relativně rychlá mechanická metoda	v zemi stále zůstávají kořeny, které se mohou dále rozšiřovat a znovu růst
	VYRÝVÁNÍ/ VYTRHÁVÁNÍ	vyrytí celé rostliny včetně jejích kořenů	časově a fyzicky náročné
	PASTVA	urychluje návrat původních společenstev	k úplné likvidaci vede pouze zřídka, jedná se spíše o usměrnění porostu
METODY CHEMICKÉ	POSTŘÍK	postřik velké plochy porostu	nežádoucí postřik i okolních porostů, musí se aplikovat za bezvětří a suchého počasí
	NÁTĚR LISTŮ	minimální dopad na okolí	lze použít pouze na méně rozsáhlé invazní porosty
	INJEKTÁŽ STONKŮ	asi nejvíce efektivní metoda - lze použít i za špatného počasí	velmi pracné a zdlouhavé

Tabulka č. 2 - výhody a nevýhody metod odstraňování invazních rostlin

Výsledkem práce je, že invazní rostliny kolem vodních toků opravdu ovlivňují celé ekosystémy rostlin a bezobratlých živočichů, kteří jsou některým ze svých vývojových stádií vázáni na vodu. Pro zachování rozmanité krajiny, tak jak ji známe, nebo spíše pro navrácení do původního stavu, je zcela určitě potřeba managementových opatření. Opatření budou efektivní jen tehdy, když je budou provádět, nebo aspoň plánovat kvalifikované osoby s dostatečnými znalostmi jak o konkrétních invazních rostlinách, tak i o původních společenstvech a napadených lokalitách.

## 6. Diskuze

V této rešeršní práci byly porovnávány studie, které se zabývaly různými invazními rostlinami a jejich vlivem ať už na okolní rostliny nebo na okolní společenstva bezobratlých. V České republice se setkáváme spíše s invazními bylinami, kterými jsou nejčastěji bolševníky, netýkavky nebo křídlatky, zatímco jinde ve světě, například v Africe, jsou problémem spíše invazní stromy. Jen velmi malé procento nepůvodních rostlin se stává invazními, jelikož ne všechny rostliny k tomu mají předpoklady. Ve většině studií měly invazní rostliny negativní nebo neutrální vliv na okolní společenstva, ale největším problémem je stále nedostatek studií dlouhodobějších (Clusella-Trullas, Garcia, 2017).

Odstraňování invazních rostlin má rozhodně smysl, ale pouze pokud se zodpovědně přistupuje k jeho pravidlům. Je potřeba v místě odstranění invazní vegetace okamžitě přistoupit k managementovým opatřením, které povedou k obnově celého ekosystému. Studiemi bylo dokázáno, že na lokalitách, kde se odstraní invazní vegetace se z počátku druhová bohatost snižuje, ale při následné obnově se opět začne zvyšovat (Samways et al., 2011).

Důležitým bodem projektů obnovy přirozených stanovišť je monitoring, který musí být prováděn po dobu celého procesu, třeba i po 10 let. Projekty obnovy stanovišť jsou předem detailně plánované, a tak musí být monitoring zahrnut již do procesu plánování, a hlavně financování projektu (Fill et al., 2018). V dnešní době je právě hlavně financování těchto projektů nejsilnějším faktorem, proč obnovování původních stanovišť selhává. V dnešní době je tedy velmi důležité vyvíjet stále větší tlak na lepší legislativní podporu při vytváření projektů pro obnovu stanovišť s původní vegetací.

Je dokázáno, že ke správné obnově původní příbřežní vegetace vedou pouze ty projekty, které jsou založeny na podložených vědeckých informacích nejen o invazních rostlinách, ale i o rostlinách původních. Je velmi důležité vědět, k jakému managementu odstraňování přistoupit a jaký postup obnovy následně zvolit. Pokud je špatně zvolen proces odstraňování nebo obnovy, vede to k neúspěchu celého projektu.

V dalších letech by bylo jednoznačně zapotřebí více studií na území České republiky, kde invazní rostliny i nadále nabírají na síle a druhů, které se stávají invazními, stále přibývá.

## 7. Závěr

Jedním z cílů mé práce bylo zjistit, jak mohou invazní rostliny ovlivnit původní vegetaci kolem vodních toků. Z výzkumu, který jsem prováděla vyplývá, že invazní rostliny opravdu značně pozměňují nejen příbřežní vegetaci, ale i celé ekosystémy, kde hrají velkou roli i vodní bezobratlí živočichové.

Dále bylo cílem mé práce zjistit, jestli a jak je možné s invazními rostlinami bojovat. Na základě studií bylo zjištěno, že mnohdy se invazní rostliny dají odstraňovat, za pomoci různých mechanických i chemických metod. Celý management odstraňování ale nesouvisí pouze s metodami odstraňování, ale i s vědeckými poznatky o invazních rostlinách, původní vegetaci i živočiších, kterých se změna ekosystému dotýká. Dále je důležité na základě znalostí celý proces odstraňování monitorovat a pečlivě plánovat, jelikož neúspěšných pokusů o odstranění invazních rostlin je velké množství. Největším problémem ale stále zůstává fakt, že je velmi těžké rostlinnou invazi odhalit v jejím prvopočátku, a tak se většina invazí stihne rozšířit do takové míry, kdy už je náprava škod velmi složitá.

V současné době je potřeba nadále se invazními rostlinami intenzivně zabývat a chránit tak hodnoty původní nedotčené krajiny. Více studií provedených na toto téma rozhodně pomůže této problematice, protože zejména v České republice je studií na téma invazních rostlin velmi málo. V budoucnu by bylo určitě dobré se na invazní rostliny ještě více zaměřit, jelikož je to u nás stále trochu opomíjené téma.

Tato práce může být využita jako podklad pro terénní studii, a tedy budoucí diplomovou práci, ve které bych se ráda zabývala právě terénním výzkumem v oblasti odstraňování invazních rostlin, například na křídlatce, která svým růstem ovlivňuje výskyt vážek na vodních tocích.

## 8. Seznam použité literatury

Akatov, V. V., Akatova, T. V., & Shadzhe, A. E., 2012: Species richness of tree and shrub layers in riparian forests of the Western Caucasus dominated by alien species. *Russian Journal of Ecology*, 43: 294–301.

Allan, J. D., & Flecker, A. S., 1993: Biodiversity Conservation in Running Waters. *BioScience*, 43: 32–43.

AOPK ČR, ©2020: Národní legislativa, [cit. 20.03.2020], dostupné z <<http://invaznidruhy.nature.cz/legislativa/narodni/>>.

Bried, J. T., & Samways, M. J., 2015: A review of odonatology in freshwater applied ecology and conservation science. *Freshwater Science*, 34: 1023–1031.

Clusella-Trullas, S., & Garcia, R. A., 2017: Impacts of invasive plants on animal diversity in South Africa: A synthesis. *Bothalia*, 47: 1–12.

Córdoba – Aguilar A., 2008: Dragonflies & Damselflies, Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research Oxford University Press, New York, 303s.

Černý Z., Neruda J. & Václavík F., 1998: Invazní rostliny a základní způsoby jejich likvidace. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva Zemědělství ČR, Praha, 43s.

Čuda J., Skálová H., Janovský Z. & Pyšek P., 2014: Habitat requirements, short-term population dynamics and coexistence of native and invasive Impatiens species: a field study. *Biological Invasions* 16: 177-190.

Fill, J. M., Kritzing-Klopper, S., & van Wilgen, B. W., 2018: Short-term vegetation recovery after alien plant clearing along the Rondegat River, South Africa. *Restoration Ecology*, 26: 434–438.

Gerber, E., Krebs, C., Murrell, C., Moretti, M., Rocklin, R., & Schaffner, U., 2008: Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* spp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation*, 141: 646–654.



- Hejda, M., Pyšek, P., & Jarošík, V., 2009: Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology*, 97: 393–403.
- Hobbs, R. J., 2004: The Working for Water Programme in South Africa : The Science behind the Success. *Diversity and Distributions*, 10: 501–503.
- Lowe, S. R., Woodford, D. J., Impson, N. D., & Day, J. A., 2008: *The impact of invasive fish and invasive riparian plants on the invertebrate fauna of the Rondegat River, Cape Floristic Region, South Africa*. 33: 51–62.
- Macek J., 2001: Bezobratlí: hmyz 2. díl. Albatros, Praha, 170 s.
- Magoba, R. N., & Samways, M. J., 2010: Recovery of benthic macroinvertebrate and adult dragonfly assemblages in response to large scale removal of riparian invasive alien trees. *Journal of Insect Conservation*, 14: 627–636.
- Maoela, M. A., Roets, F., Jacobs, S. M., & Esler, K. J., 2016: Restoration of invaded Cape Floristic Region riparian systems leads to a recovery in foliage-active arthropod alpha - and beta-diversity. *Journal of Insect Conservation*, 20: 85–97.
- Marchante, Eh., Marchante, E., Freitas, H., & Hoffmann, J. H., 2015: Temporal changes in the impacts on plant communities of an invasive alien tree, *Acacia longifolia*. *Plant Ecology*, 216: 1481–1498.
- Marinšek, A., & Kutnar, L., 2017: Occurrence of invasive alien plant species in the floodplain forests along the Mura River in Slovenia. *Periodicum Biologorum*, 119: 251–260.
- McQueen, C., Noemdoe, S., & Jezile, N., 2001: The WORKING FOR WATER Programme. *Land Use and Water Resources Research*, 1: 1–4.
- Mládek, J., Pavlů, V., Hecman, M., & Gaisler, J., 2006: *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích: (metodická příručka pro ochranu přírody a zemědělskou praxi)*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha.
- Mlíkovský J. & Stýblo P., 2006: *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Český svaz ochránců přírody, Praha, 496 s.

- Modiba, R. V., Joseph, G. S., Seymour, C. L., Fouché, P., & Foord, S. H., 2017: Restoration of riparian systems through clearing of invasive plant species improves functional diversity of Odonate assemblages. *Biological Conservation*, 214: 46–54.
- Nagy, H. B., László, Z., Szabó, F., Szócs, L., Dévai, G., & Tóthmérész, B., 2019: Landscape-scale terrestrial factors are also vital in shaping Odonata assemblages of watercourses. *Scientific Reports*, 9: 1–8.
- New T.R., 2016: Alien Species and Insect Conservation. Springer International Publishing Switzerland, 239s.
- Pergl, J., Pyšek, P., Perglová, I., & Moravcová, L., 2008: Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*): velkolepý modelový druh v invazní ekologii. *Zprávy České Botanické Společnosti*, 23: 81–90.
- Pergl, J., Sádlo, J., Petrušek, A., Laštůvka, Z., Musil, J., Perglová, I., ... Pyšek, P., 2016: Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*, 28: 1–37.
- Perglová, I., Pergl, J., Pyšek, P., & Moravcová, L., 2007: Bolševník velkolepý — mýty a fakta o ekologii invazního druhu. *Živa*, 4: 153–157.
- Pyšek, P., & Prach, K., 1995: Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera* - A century of spreading reconstructed. *Biological Conservation*, 74: 41–48.
- Pyšek, P., & Richardson, D. M., 2010: Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annual Review of Environment and Resources*, 35: 25–55.
- Pyšek, P., Sádlo, J., & Mandák, B., 2002: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia*, 74: 97–186.
- Reid, A. M., Morin, L., Downey, P. O., French, K., & Virtue, J. G., 2009: Does invasive plant management aid the restoration of natural ecosystems? *BIOLOGICAL CONSERVATION*.
- Richardson, D. M., Holmes, P. M., Esler, K. J., Galatowitsch, S. M., Stromberg, J. C., Kirkman, S. P., ... Hobbs, R. J., 2007: Riparian vegetation : degradation , alien plant invasions , and restoration prospects. *Diversity and Distributions*, 13: 126–139.

- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J., 2000: Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93–107.
- Ruwanza, S., Gaertner, M., Esler, K. J., & Richardson, D. M., 2018: Medium-term vegetation recovery after removal of invasive *Eucalyptus camaldulensis* stands along a South African river. *South African Journal of Botany*, 119: 63–68.
- Ruwanza, S., Gaertner, M., Esler, K. J., & Richardson, D. M., 2013: South African Journal of Botany The effectiveness of active and passive restoration on recovery of indigenous vegetation in riparian zones in the Western Cape, South Africa: A preliminary assessment. *South African Journal of Botany*, 88: 132–141.
- Samways, M. J., & Sharratt, N. J., 2009: Recovery of endemic dragonflies after removal of invasive alien trees. *Conservation Biology*, 24: 267–277.
- Samways, M. J., Sharratt, N. J., & Simaika, J. P., 2011: Effect of alien riparian vegetation and its removal on a highly endemic river macroinvertebrate community. *Biological Invasions*, 13: 1305–1324.
- Szymańska, M., Burandt, P., Bąkowska, M., Sowiński, P., Mrozińska, N., & Obolewski, K., 2020: Long-term effects of hydromorphological stream restoration on changes in microhabitats of *Ephemera danica* ( Ephemeroptera ) and its population. *Ecological Indicators*, 109: 1–10.
- Turpie, J. K., Marais, C., & Blignaut, J. N., 2008: The working for water programme : Evolution of a payments for ecosystem services mechanism that addresses both poverty and ecosystem service delivery in South Africa. *Ecological Economics*, 65: 788–798.
- Zahradník J., 1973: Světem zvířat. Díl V, Bezobratlí 2. Albatros, Praha, 456s.